



**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

111 250, Москва, проезд Завода Серп и Молот,
дом 10, офис 608, Тел. (495) +7 495 012 60 07
E-mail: dtv@nts-ees.ru, http://www.nts-ees.ru/
ИНН 7717150757



Основана в 1724 году

**Российская Академия Наук
Секция по проблемам НТП в энергетике
Научного совета РАН по
системным исследованиям в энергетике**

УТВЕРЖДАЮ

Президент, Председатель
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор

Н.Д. Роголев

«24» марта 2025 г.

ПРОТОКОЛ № 4

совместного заседания Секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НИ «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике

06 марта 2025 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НИ «НТС ЕЭС», ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», ФГБУН «ИНЭИ РАН», ФГБУН «ИСЭМ СО РАН», АО «Россети научно-технический центр», ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», ФГБОУ ВО «Нижегородский ГТУ им. Р.Е. Алексеева», ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», АНО «НИЦ «АТМОГРАФ», ООО «РЭО.РИД», ООО «Инэнерджи», Комитет ВИЭ РосСНИО, ООО «Лаборатория преобразовательной техники», ГК «Системотехника», ООО «НПК «Энергетические технологии», ООО «Интер РАО – Инжиниринг»,

ООО НПП «ЭКРА», ООО «РТСофт-СГ», всего 93 человека.

Со вступительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н. Илюшин П.В.

Во вступительном слове было отмечено, что вопросы внедрения систем накопления электроэнергии (СНЭЭ) в электроэнергетические системы (ЭЭС) и изолированные энергорайоны в настоящее время особенно актуальны. Как показывают статистические данные темпы вводов СНЭЭ в промышленную эксплуатацию ежегодно растут. Мощности и энергоемкости СНЭЭ также показывают тенденцию к росту. При этом в составе СНЭЭ применяются различные типы аккумуляторных батарей (АКБ), технологии которых постоянно совершенствуются. Удельные технологические и стоимостные показатели СНЭЭ за последнее десятилетие постоянно улучшаются, что делает их более привлекательными для решения различных задач. Создание новых элементов силовой электроники, а также выпрямителей и инверторов на их основе, создали условия для широкого применения СНЭЭ. Мощный импульс к применению СНЭЭ в ЭЭС придало массовое строительство во многих странах электростанций на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – в первую очередь ветровых и солнечных электростанций.

Сегодняшний доклад посвящен вопросу создания крупномасштабной распределенной системы накопления электроэнергии (РСНЭЭ) в энергосистеме Калининградской области, что представляет интерес для научного сообщества благодаря ее масштабу (мощность и энергоемкость РСНЭЭ составляет 80 МВт и 80 МВт·ч). Предложенный авторами способ локации единичных накопителей – секций РСНЭЭ, распределенных по нескольким энергообъектам, а также разработанная система автоматической координации позволяющей управлять распределенными секциями РСНЭЭ как единым технологическим комплексом.

С докладом **«Исследование технической возможности и экономической целесообразности применения распределенной системы накопления электрической энергии в целях оптимизации режимов работы энергетического оборудования ТЭС АО «Интер РАО – Электрогенерация», размещаемого в островных энергосистемах (на примере энергосистемы Калининградской области)»** выступили Непша Федор Сергеевич, к.т.н., начальник отдела управления Микрогрид ООО «РТСофт-Смарт Грид», Шубин Николай Генрихович, к.т.н., директор по науке и инновациям ООО «РТСофт-Смарт Грид».

Основные положения доклада приведены ниже. Презентация доклада прилагается (**Приложение 1**).

1. Рассмотрены перспективы применения РСНЭЭ в изолированных энергосистемах или энергорайонах, имеющих слабую связь с энергосистемой (на примере Калининградской энергосистемы, которая с 8 февраля 2025 г. работает в изолированном режиме).

2. Анализ международного опыта показывает, что крупномасштабные СНЭЭ получают все большее распространение в мире и используются для замещения традиционных электростанций, решая задачи быстродействующего регулирования частоты (включая системы виртуальной инерции).

3. В отличие от зарубежных вариантов применения СНЭЭ большой мощности и энергоемкости, подразумевающих их концентрированное размещение на одной площадке и присоединение к энергосистеме в одной точке, в докладе предложен вариант применения РСНЭЭ. Важно отметить, что РСНЭЭ включает территориально распределенные по энергообъектам энергосистемы СНЭЭ, управление которыми координируется посредством применения системы автоматической централизованной координации РСНЭЭ (САЦК РСНЭЭ).

4. Анализ Калининградской энергосистемы показывает, что уровень ее инерции значительно превышает уровень инерции в зарубежных энергосистемах, насыщенных объектами ВИЭ. В связи с этим, применение РСНЭЭ для осуществления функции инерционного отклика (системы виртуальной инерции) в текущих условиях энергосистемы Калининградской области представляется не особенно актуальным. Однако, эта функция может стать востребованной в будущем при увеличении доли объектов ВИЭ в структуре генерирующих мощностей энергосистемы.

5. Установлено, что наиболее востребованными способами применения РСНЭЭ в Калининградской энергосистеме являются:

- реализация быстродействующего первичного регулирования частоты (БПРЧ) с уменьшенной мертвой полосой ($50 \pm 0,05$ Гц) в сравнении с ОПРЧ традиционных генераторов ($50 \pm 0,075$ Гц) и малым статизмом в 2-3 % (против 4-5 % для парогазовых электростанций);

- автоматическое вторичное регулирование частоты (АВРЧ) посредством САРЧМ РСНЭЭ или под управлением общей системы АВРЧМ энергосистемы с центральной координацией;

- реализация управляющих воздействий от устройств противоаварийной автоматики для предотвращения резкого снижения частоты при отключении энергоблоков на электростанциях Калининградской области.

Отмечено, что наиболее подходящими типами АКБ в составе СНЭЭ для Калининградской энергосистемы являются литий-ионные АКБ (NMC, LFP).

Указанные АКБ обладают достаточным быстродействием и позволяют обеспечить реализацию основных способов, перечисленных выше.

Для реализации АВРЧ при внедрении РСНЭЭ 40 МВт/40 МВт·ч требуется организация центральной координации автоматического вторичного регулирования частоты (ЦКС АРЧМ) на энергоблоках нескольких электростанций Калининградской энергосистемы. Кроме того, необходимо создание технологии автоматической компенсации интегрального эффекта нерегулярных колебаний потребления энергосистемы, обеспечивающей взаимодействие САЦК РСНЭЭ с действующей централизованной системой автоматического поддержания резервов активной мощности (ЦС АПРАМ).

Рассмотрены перспективные функции РСНЭЭ, не востребованные на текущий момент: быстрый частотный/инерционный отклик, локальное регулирование напряжения, холодный пуск газотурбинных установок (ГТУ), поддержка энергоблоков при их выделении на питание собственных нужд действием частотной делительной автоматики, предотвращение глубокой разгрузки или кратковременного отключения энергоблоков в часы минимальных нагрузок, во избежание нарушений условий теплоснабжения для потребителей тепловой энергии и для сокращения числа пусков/остановов энергоблоков.

Отмечено, что перенос функций БПРЧ и АВРЧ с ГТУ ТЭС на РСНЭЭ позволяет сократить среднее расчетное число часов работы ГТУ на Маяковской и Талаховской ТЭС с 4411 до 716 часов в год (РСНЭЭ 40 МВт/40 МВт·ч) и до 16 часов в год (РСНЭЭ 80 МВт/80 МВт·ч), что обеспечивает продление их жизненного цикла на срок до 15 лет. При этом происходит перераспределение генерации останавливаемых ГТУ ТЭС, продолжающих нести резерв третичного регулирования с 20-ти минутной готовностью, на энергоэффективные ПГУ ТЭС с более низкими ценами на электроэнергию.

6. На основании результатов расчетов установившихся режимов и токов короткого замыкания определено, что установка РСНЭЭ в Калининградской энергосистеме не создает угрозы перегрузки ЛЭП и оборудования и не приводит к необходимости замены существующего коммутационного оборудования напряжением 6-330 кВ.

Результатами расчетов траекторий динамического изменения частоты при возникновении аварийных небалансов активной мощности установлено, что применение РСНЭЭ позволяет сократить объемы управляющих воздействий (УВ) на отключение нагрузки на величину номинальной мощности РСНЭЭ. При этом УВ на РСНЭЭ имеют не дискретный характер, что позволяет гибко выбирать объем УВ для снижения избыточности управляющих воздействий.

Отмечено, что высокое быстродействие РСНЭЭ позволяет повысить эффективность ОПРЧ за счет быстрого набора требуемой первичной мощности,

а также увеличить размер мощности первичного регулирования частоты, получаемой от секций РСНЭЭ за счет задания для них меньших значений, по сравнению с парогазовыми энергоблоками, коэффициента статизма регулирования частоты – около 2 – 3%.

Отмечено, что РСНЭЭ может быть реализовано на базе оборудования отечественных производителей, однако, это требует кооперации и тесного взаимодействия всех стейкхолдеров рынка.

Разработаны технические решения в отношении САЦК РСНЭЭ, обеспечивающей выполнение функции АВРЧ РСНЭЭ и контроль ее технического состояния. Эта система в перспективе может быть расширена до АВРЧ (ЦКС АРЧМ) с целью обеспечения эффективного участия в автоматическом вторичном регулировании частоты всех электростанций (на текущий момент в АВРЧ может принимать участие только один энергообъект: либо одна электростанция – Маяковская или Талаховская ТЭС, либо один из энергоблоков Прегольской ТЭС).

Анализа международного опыта показал, что в зарубежных проектах (Австралия, США) основной доход крупномасштабные СНЭЭ получают от участия в рынке системных услуг по регулированию частоты (до 90% дохода). При этом проекты имеют хорошую окупаемость (до 5 лет) и внутреннюю норму доходности (IRR) около 25 – 30%.

Отмечено, что капитальные затраты на строительство РСНЭЭ находятся в диапазоне от 450 \$/кВт до 1131,2 \$/кВт, применение отечественных компонентов приводит к росту капитальных затрат, однако стимулирует развитие отечественного производителя и способствует появлению высокотехнологичных рабочих мест.

Основным эффектом от внедрения РСНЭЭ (ДП1) является смещение сроков проведения работ по ТОиР ГТУ на период до 15 лет (РСНЭЭ 40 МВт/40 МВт·ч). При этом на горизонте 27 лет наработка ГТУ сокращается с 100 000 часов до 33 000 – 42 000 часов (РСНЭЭ 40 МВт/40 МВт·ч) и до 16 000 – 24 000 часов (РСНЭЭ 80 МВт/80 МВт·ч).

Отмечено, что важный системный экономический эффект, обусловленный оптимизацией структуры выработки электроэнергии в Калининградской энергосистеме, возникающий в результате внедрения РСНЭЭ, не может быть извлечен для ускорения ее окупаемости в данный момент. Для его получения требуется согласование с регулятором (ФАС) механизма, позволяющего включать этот эффект (или его часть) в тариф на мощность электростанций (в виде добавки в размере 2-3% от обычного уровня) Калининградской генерации в течение срока окупаемости РСНЭЭ плюс 2 года. Указанный эффект позволит снизить размер субсидий, ежегодно выделяемые ФАС на поддержание

приемлемого уровня тарифов на электроэнергию для потребителей Калининградской области в рамках 1-й ценовой зоны ОРЭМ. Представляется целесообразным получить решение ФАС, при котором инвестиции Интер РАО, приносящие экономическую выгоду потребителям 1-ой ценовой зоны, могли бы быть направлены (хотя бы частично) на окупаемость инвестиций в РСНЭЭ.

Отмечено, что за счет оптимизации загрузки электростанций Калининградской энергосистемы наблюдается еще один общесистемный эффект, заключающийся в снижении физических расходов газа на величину до 17,7% и угля на величину до 30% в год, необходимых для покрытия спроса на электроэнергию в Калининградской области (ДПЗ «Снижение затрат на производство электрической энергии»). Получение ДПЗ в настоящее время невозможно по причинам, связанным с особенностями действующего метода установления тарифов на электроэнергию.

Обращено внимание на то, что наряду с эффектами от продления жизненного цикла ГТУ и оптимизации структуры выработки электроэнергии на электростанциях Калининградской энергосистемы, РСНЭЭ, при незначительном увеличении энергоемкости, позволяет исключить необходимость глубокой разгрузки или отключения энергоблоков Калининградской ТЭЦ-2 при прохождении часов минимума потребления энергосистемы. Это также позволяет продлить сроки службы энергоблоков за счет снижения потребности в их работе в режимах недовозбуждения (с малыми значениями выработки реактивной мощности или с переводом в емкостной квадрант).

В перспективе РСНЭЭ может быть использована для поддержки ускоренного внедрения объектов ВИЭ в Калининградской энергосистеме, эффективность которых возрастает в связи с удорожанием логистики топливоснабжения электростанций региона и с общей тенденцией по повышению экологических требований к энергетике.

В обсуждении доклада и прениях выступили:

Сухин А.В., Карамян А.В. (ООО «РЭО.РИД»), Степанов А.Н., Штарев Д.О. (ООО «Инэнерджи»), Ярославцев А.Б. (ФГБУН «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН»), Ребров В.В. (ООО «Лаборатория преобразовательной техники»), Портнов А.А. (ООО «НПК «Энергетические технологии»), Гусев Ю.П. (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»), Матисон В.А. (ООО НПП «ЭКРА»), Бык Ф.Л. (ФГБОУ ВО «НГТУ (НЭТИ)»), Грибков С.В. (Комитет ВИЭ РосСНИО), Николаев В.Г. (АНО «НИЦ«АТМОГРАФ»), Воротницкий В.Э. (АО «Россети Научно-технический центр»), Давыдов А.В. (ООО «Интер РАО – Инжиниринг»), Бурмейстер М.В. (ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ»), Илюшин П.В. (ФГБУН «ИНЭИ РАН»).

Сухин А.В. – Технический директор ООО «РЭО. РИД».

Задал вопрос о возможности эксплуатации РСНЭЭ на базе LFP-аккумуляторов с токами заряда/разряда 1С, и влияния такой эксплуатации на их срок службы.

Степанов А.Н. – Ведущий инженер ООО «ИнЭнерджи».

Задал вопрос о достаточности времени на заряд РСНЭЭ после использования в рассмотренных режимах и потребности использования ГТУ Маяковской и Талаховской ТЭС для заряда СНЭЭ в ночной период.

Штарев Д.О. – Руководитель проектов ООО «ИнЭнерджи».

Задал вопрос о времени, необходимом для запуска ГТУ на Маяковской и Талаховской ТЭС.

Ярославцев А.Б. – Заведующий лабораторией ионики функциональных материалов ФГБУН «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН», академик РАН, доктор хим. наук, профессор.

Отметил низкую готовность технологии проточных СНЭЭ в Российской Федерации для их использования в Калининградской энергосистеме.

Ребров В.В. – Генеральный директор ООО «Лаборатория преобразовательной техники».

Отметил, что в компании имеется опыт эксплуатации литий-ионных АКБ с токами 1С и пока не зафиксировано проблем в их работе, так как ячейки заявлены на работу с 1С и держат свой ресурс по заявленным циклам.

Задал вопрос о диапазоне уровня заряда, заложенном в расчете номинальной энергоемкости (принято от 10 до 90%). Отметил, что в их практике используется диапазон 15 – 85% для литий-ионных АКБ с токами 1С.

Поделился опытом эксплуатации СНЭЭ в контексте обеспечения пожарной и взрывоопасности – контроль температуры обеспечивается управлением двунаправленным преобразователем и системой BMS.

Выразил готовность поделится статистическими данными по температурным режимам эксплуатации АКБ в составе СНЭЭ.

Портнов А.А. – Директор по производству ООО «НПК «Энергетические технологии».

Задал вопрос о выборе уровня заряда СНЭЭ для обеспечения возможности регулирования частоты как при ее снижении, так и повышении в энергосистеме.

Задал вопрос – в какой момент осуществляется балансировка АКБ РСНЭЭ.

Предложил взаимодействие по разработке систем виртуальной инерции.

Задал вопрос – планируется ли проведение физического моделирования?

Отметил, что в режиме источника тока управление реактивной мощностью может негативно сказаться на работе двунаправленного преобразователя.

Гусев Ю.П. – Профессор кафедры электрических станций ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», к.т.н., профессор.

Задал вопрос об изменении уровней токов короткого замыкания при выделении Калининградской энергосистемы в изолированный режим, а также при внедрении РСНЭЭ. Отметил важность моделирования поведения двунаправленных преобразователей СНЭЭ при возникновении короткого замыкания и оценки чувствительности релейной защиты в прилегающей сети.

Отметил, что важно рассмотреть режимы сдвига фазы после аварийного режима.

Матисон В.А. – Заместитель технического директора по цифровизации электроэнергетики ООО НП «ЭКРА», к.т.н.

Задал вопрос о том какие двунаправленные преобразователи используются в РСНЭЭ – формирующие сеть или ведомые сетью. В ответе было отмечено, что рассматриваются двунаправленные преобразователи, ведомые сетью.

Бык Ф.Л. – Доцент кафедры автоматизированных электроэнергетических систем ФГБОУ ВО «НГТУ (НЭТИ)», к.т.н., доцент

Задал вопрос о причинах исключения из рассмотрения проточных АКБ в составе РСНЭЭ в Калининградской энергосистеме и вариантах использования таких СНЭЭ в Китае (проточные СНЭЭ не позволяют участвовать в первичном регулировании частоты из-за низкого быстродействия).

Задал вопрос о пожарной и взрывопожарной безопасности при эксплуатации литий-ионных АКБ в составе СНЭЭ (ответ – вопрос в рамках данного исследования не рассматривался).

Карамян А.В. – Коммерческий директор ООО «РЭО. РИД».

Задал вопрос о емкости рынка СНЭЭ в России и перспективах реализации проекта.

Грибков С.В. – Учёный секретарь Комитета ВИЭ РосСНМО, д.т.н.

Задал вопрос о влиянии ветровой электростанции в Калининградской области на режим работы энергосистемы (не влияет т.к. Ушаковская ВЭС имеет установленную мощность 6,5 МВт).

Задал вопрос о дальнейших направлениях исследований.

Воротницкий В. Э. – Главный научный сотрудник АО «Россети Научно-технический центр», д.т.н., профессор.

Задал вопрос о методике расчета срока окупаемости РСНЭЭ.

Давыдов А. В. – Руководитель управления ввода объектов в эксплуатацию ООО «Интер РАО – Инжиниринг».

Отметил, что производители ГТУ, согласно требованиям Заказчика, обеспечили возможность запуска из холодного состояния и набора нагрузки на них в течение 20 минут. Эта способность к быстрому запуску позволяет считать данные ГТУ, согласно НТД, участвующими в поддержании резерва третичного регулирования энергосистемы независимо от их текущего статуса (включен/остановлен, за исключением случаев вывода в ремонт).

Бурмейстер М.В. – Доцент кафедры Электроэнергетических систем ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», к.т.н.

Обозначил планы ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» создать полигон для отработки алгоритмов управления РСНЭЭ в Калининградской энергосистеме и готовность к сотрудничеству в данном направлении.

Николаев В.Г. – Директор Автономной некоммерческой организации «Научно-информационный центр – «АТМОГРАФ», д.т.н.

Отметил, что в России имеется опыт создания подземных хранилищ на сжатом воздухе для СНЭЭ и задал вопрос о целесообразности применения такого типа СНЭЭ в Калининградской энергосистеме (ответ – СНЭЭ на сжатом воздухе не рассматривались т.к. точки размещения были ограничены территориями электростанций АО «Интер РАО – Электрогенерация»).

Илюшин П.В. – Председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС», д.т.н.

Задал вопрос о наличии САОН и ее влиянии на выбор параметров РСНЭЭ (ответ – в энергосистеме Калининградской области предусмотрены 4 очереди отключения нагрузки, приводимые в действие от систем противоаварийной автоматики: ПТК ПА, АРОГ и АРОБ. РСНЭЭ сможет быть использована в алгоритмах перечисленных систем ПА в качестве дополнительной гибко управляемой по мощности).

Отметил, что использование РСНЭЭ для регулирования реактивной мощности избыточно в Калининградской области и может быть опасным, учитывая структуру нагрузки и работу генераторов с высоким $\cos\phi$.

Задал вопрос об использовании координированного управления РСНЭЭ в рамках представленного проекта.

Заслушав выступления экспертов по результатам дискуссии совместное заседание Секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике **отмечает:**

1. Перспективность применения РСНЭЭ в Калининградской энергосистеме для обеспечения резервов первичного и вторичного регулирования и продления срока службы ГТУ Маяковской и Талаховской ТЭС.

2. Необходимость проработки вопросов монетизации народно-хозяйственных эффектов от внедрения РСНЭЭ в Калининградской энергосистеме для обеспечения ее окупаемости при общем снижении объема субсидий на тарифы на электроэнергию для потребителей региона.

3. Целесообразность дальнейшего развития представленной НИОКР в направлении создания полигона для тестирования двунаправленных преобразователей и обеспечения координации управления секций РСНЭЭ, размещенных в разных точках энергосистемы.

4. Значимость реализации проекта РСНЭЭ в Калининградской энергосистеме для обеспечения возможности применения отечественного оборудования и компонентов.

Совместное заседание Секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике **решило:**

1. Рекомендовать АО «Интер РАО – Электрогенерация» направить результаты НИОКР в Минэнерго России для рассмотрения полученных результатов и решения вопроса о применении оборудования отечественных заводов-изготовителей при реализации проекта РСНЭЭ.

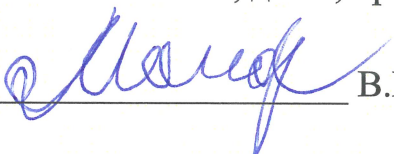
2. Рекомендовать АО «Интер РАО – Электрогенерация» провести анализ экономических эффектов от внедрения РСНЭЭ с целью снижения затрат на производство электроэнергии, а также снижения объемов ежегодных субсидий на тарифы на электроэнергию для потребителей Калининградской области для последующего обращения в ФАС.

3. Рекомендовать Национальному исследовательскому комитету С5 РНК СИГРЭ «Рынки электроэнергии и регулирование» рассмотреть возможность разработки механизмов окупаемости от внедрения РСНЭЭ в неценовой зоне.

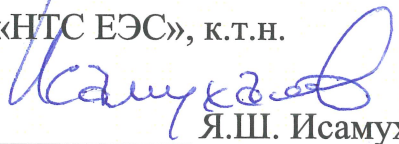
4. Рекомендовать АО «Интер РАО – Электрогенерация» рассмотреть возможность продолжения работы по выполнению НИОКР, промежуточные результаты которой были представлены в докладе.

С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НИ «НТС ЕЭС», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики Института энергетических исследований РАН, д.т.н. Илюшин П.В., в котором отметил, что для расширения перечня способов эффективного применения СНЭЭ в электроэнергетике России необходимо решать как технические, так и экономические вопросы, требующие тесного взаимодействия инжиниринговых компаний, производителей компонентов СНЭЭ, ВУЗов и профильных научно-исследовательских институтов. При этом важно развитие отечественных технологий, изучение передового зарубежного опыта, формирование требований к СНЭЭ и их интеграции в энергосистемы и изолированные энергорайоны, а также активный обмен опытом реализации проектов по внедрению СНЭЭ.

Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НИ «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор


В.В. Молодюк

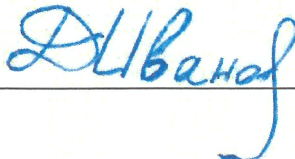
Ученый секретарь
Научно-технической коллегии
НИ «НТС ЕЭС», к.т.н.


Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «АСРЭ и РЭР»
НИ «НТС ЕЭС», ученый секретарь
Секции по проблемам НТП в энергетике
Научного совета РАН по системным
исследованиям в энергетике, д.т.н.


П.В. Илюшин

Ученый секретарь секции
«Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные
энергетические ресурсы» НИ «НТС
ЕЭС», к.т.н.


Д.А. Ивановский